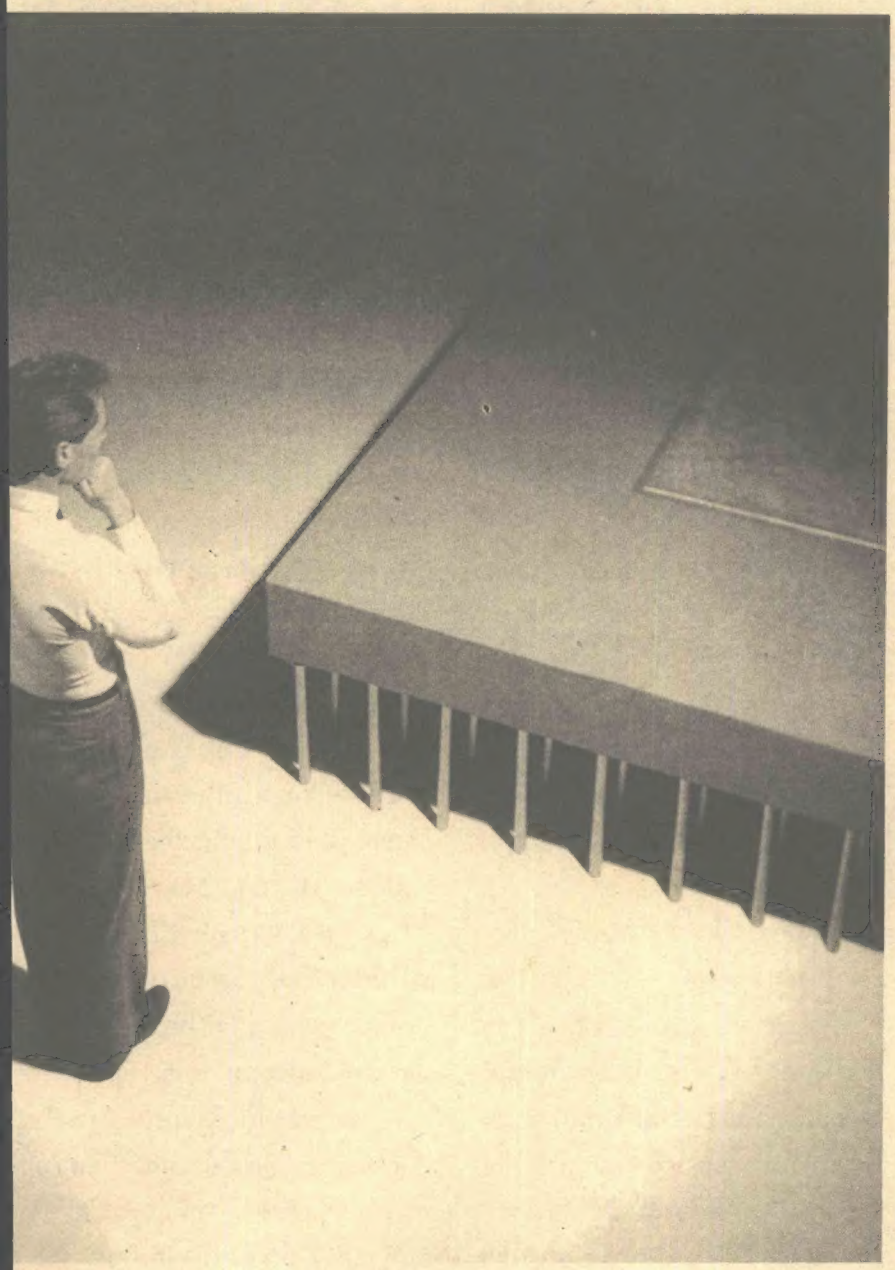
บทความพิเศษ

ไมโครโปรเซสเซอร์ 80386 SX

ดร.พันธ์ศักดิ์ ศิริรัชตพงษ์*
บุญชัย กิ่งรุ้งเพชร**



บริษัทอินเทล ได้ประกาศไมโครโปรเซสเซอร์ 80386SX เมื่อปีที่แล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์ใหม่นี้เป็นตัวที่ย่อขนาดของ 80386 เดิมลง เป็นลักษณะการลดขีดความสามารถบางอย่าง แต่ไม่ได้ลดลักษณะเด่นพิเศษของ 80386 เดิมเลย ซึ่งจะเหมือนกับกรณีของไมโครโปรเซสเซอร์ 8088 ที่คล้ายกับ 8086 (โดยเบอร์ 8088 จะมีบัสภายนอกของข้อมูลเป็น 8 บิต ในขณะที่เบอร์ 8086 มีบัสภายนอกของข้อมูลเป็น 16 บิต) ที่มีราคาต่ำกว่า ไมโครโปรเซสเซอร์ 80386 และ 80386SX มีโครงสร้างภายในคล้ายคลึงกันคือ มีจำนวนรีจิสเตอร์เต็ม 32 บิต และโหมดการทำงานเหมือนกัน 80386SX มีข้อแตกต่างใหญ่ ๆ ไม่เหมือน 80386 เดิม 2 ประการ คือ หนึ่ง การอินเตอร์เฟสเหมือนไมโครโปรเซสเซอร์ 16 บิตเดิม และราคาที่ต่ำกว่า สอง80386SX จะมีการติดต่อเชื่อมโยงของระบบข้อมูลเป็น 16 บิต แทนที่จะเป็น 32 บิต ดังนั้นการกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ 32 บิต จึงต้องกระทำเป็น 2 ขั้นตอน ทีละ 16 บิต แต่มีข้อดีที่สามารถเลือกใช้กับระบบบัสเดิม และ

*ผู้ช่วยหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์, หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบคอมพิวเตอร์ 32 บิต
**ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบคอมพิวเตอร์ 32 บิต

อุปกรณ์ต่อพ่วงรอบนอก 16 บิตที่มีราคาต่ำกว่า นอกจากนี้ราคาของ 80386SX จะต่ำกว่า 80386 ถึง 100 เหรียญสหรัฐ จึงทำให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ที่ใช้ซีพียู 80386SX มีราคาต่ำลงมาก จนมีราคาใกล้เคียงกับเครื่องระดับพีซี/เอที ในปัจจุบัน

ความสามารถสูงในตัวถังแบบใหม่

80386SX ไมโครโปรเซสเซอร์ของอินเทลตัวใหม่นี้จะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ PQFP (Plastic Quad Flat Package) ขนาด 100 ขา ซึ่งการบรรจุภายในตัวถังแบบนี้จะช่วยลดขนาดของแผ่นวงจรพิมพ์ลง โดยเหลือขนาดเพียงครึ่งหนึ่งของ 80386 เท่านั้น การติดตั้ง 80386SX ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ยังอาจจะใช้วิธี Surface Mont ได้อีกด้วย

ไมโครโปรเซสเซอร์ 80386SX จะมีขนาดดาต้าบัส 16 บิต และขนาดแอดเดรสบัส 24 บิต ความถี่ 16 เมกะเฮิรตซ์ แต่สถาปัตยกรรมภายในจะเป็นขนาด 32 บิตอย่างแท้จริง จุดประสงค์ของอินเทลที่ออก 80386SX ก็เพื่อให้เครื่องระดับเอทีคอมแพตทิเบิ้ลซึ่งใช้ 80286 สามารถ upgrade มาเป็น 80386 SX ได้ง่ายภายหลังที่อินเทลออก 80386 SX มาไม่นาน ทางบริษัท Compaq ก็ได้ออก CMPAQ DESKPRO 386SX ซึ่งเป็นเครื่องรุ่นที่ใช้ 80386SX เป็นซีพียู โดยราคาของเครื่องใกล้เคียงกับเครื่องระดับที่ใช้ 80286 เป็นซีพียู นอกจากนี้ บริษัท NEC ก็ได้ออกพีซีที่ใช้ 80386SX ออกมาเช่นกัน จริง ๆ แล้ว ราคาของ 80386SX จะประมาณ 90 เหรียญสหรัฐ (ต่อ 1,000 ตัว) ซึ่งราคานี้จะอยู่ระหว่าง 80286 ขนาด 12.5 เมกะเฮิรตซ์ และ 80386 ขนาด 16 เมกะเฮิรตซ์

ถึงแม้ว่า 80386SX จะไม่สามารถตอบสนองผู้ใช้ที่ต้องการความสามารถทางด้านความเร็วสูง เช่น 80386 ขนาด 20 เมกะเฮิรตซ์ หรือ 25 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งเหมาะจะใช้ในงานทางด้านการประมวลผลขนาดใหญ่ หรือใช้ในงาน CAD design แต่ 80386SX ก็สามารถเข้ามาแทนที่พีซีที่ใช้ 80286 ในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากซอฟต์แวร์ของ 80386 ได้ แต่ถึงกระนั้นก็อย่ามองว่า 80386SX มีความสามารถต่ำไป ด้านความเร็วมีการประมาณไว้ถึง 2.5 ถึง 3 MIPS (ล้านคำสั่งในวินาที) และถ้าหากใช้ควบคู่กับ 80386SX โปรเซสเซอร์การคำนวณรวมด้วยแล้วล่ะก็ ความสามารถจะได้ประมาณ 3 ถึง 5 เท่าของ 80286+80287 ทีเดียว

80386SX นี้ก็จะช่วยแก้ปัญหาของผู้ใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องว่าจะเลือกใช้ขนาดใดดี ถ้าหากใช้เอทีคอมแพตทิเบิ้ล ซึ่งมีซีพียู 80286 ก็จะไม่สามารถใช้ซอฟต์แวร์ของ 80386 ซึ่งมีอยู่มากในปัจจุบันได้ แต่ถ้าหากเลือกเครื่องที่เป็น 80386 ราคาของเครื่องก็อาจจะสูงเกินไป ฉะนั้น เครื่องที่เป็นเอทีคอมแพตทิเบิ้ล และมี 80386SX เป็นซีพียู จะเป็นทางออกที่ดี ทั้งในด้านราคาและปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์

นอกจากนี้แล้ว ถ้าหากนำ 80386 SX ไปใช้กับซอฟต์แวร์สำหรับเครื่องที่ใช้ซีพียู 8086/80286 ซึ่งมีติดตั้งอยู่ 12,000,000,000 เครื่องทั่วโลก สิ่งที่เห็นได้ชัดก็คือความเร็วจะเพิ่มขึ้นทันที 5 เท่า ในราคาที่เทียบเท่าเอทีคอมแพตทิเบิ้ล และยังตัดปัญหาเครื่องล้าสมัยไม่สามารถหาซอฟต์แวร์ในอนาคตมาใช้ได้ เนื่องจากไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 32 บิต จะยังคงอยู่ในตลาดไปอีกนานอย่างแน่นอน

ความสามารถทางด้านซอฟต์แวร์

ในปัจจุบันโปรแกรมควบคุมดำเนินงานที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายบนเครื่องพีซี ก็คือเอ็มเอสดอส และในเร็ว ๆ นี้ ก็จะมีโอเอสทูออกมาใหม่ซึ่งจะกลายเป็นมาตรฐานสำหรับเครื่องระดับ 16 บิตต่อไป ดังนั้นไมโครโปรเซสเซอร์ของอินเทลในตระกูล 80386 นอกจากจะสามารถใช้ซอฟต์แวร์ของเดิมได้แล้ว ยังสามารถใช้ซอฟต์แวร์ของซีพียู 80286 ได้อีก เช่นโปรแกรม ยูนิกซ์ ซีนิกซ์ แม้กระทั่งโอเอสทู และถ้าหากโอเอสทูสำหรับ 80386 สำเร็จก็จะสามารถนำมาใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์สำหรับซีพียู 32 บิต เช่น Windows/386, VM/386, Desqview 386 ฯลฯ โปรแกรมเหล่านี้ จะทำงานร่วมกับเอ็มเอสดอส แต่จะครอบคลุมดอสอีกชั้นหนึ่ง สามารถทำให้ผู้ใช้ ใช้งานโปรแกรมได้พร้อม ๆ กัน หลาย ๆ โปรแกรม ในลักษณะ Multitasking เช่น อาจจะใช้ LOTUS 1-2-3 ร่วมกับ AutoCAD หรือ WordPerfect เป็น task ในแต่ละ task ของ 80386 ได้

นอกจากนี้ ยังอาจจะนำโปรแกรมประยุกต์ใช้งานบนดอสมาใช้ภายใต้โอเอส ยูนิกซ์ แบบ 32 บิต โดยใช้ร่วมกับโปรแกรม เช่น Merge386 หรือ VP/X ของ Pheonix Technologies ทำให้สามารถขยายเพิ่มการใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนดอสให้มาอยู่บนโปรแกรมควบคุมระบบงาน 32 บิต ได้

แต่ปัญหาที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังสงสัยก็คือ จะมีซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่ใช้ความสามารถของ 386 อย่างเต็มที่หรือไม่ ขอยกตัวอย่างให้เห็นที่เป็นคำตอบ เช่น

Paradox 386 ซึ่งเป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลของ Borland International จะวิ่งร่วมกับดอส แต่อยู่ส่วนบนของดอสอีกชั้นหนึ่ง การทำงานภายใน Paradox 386 จะใช้ข้อมูลขนาด 32 บิต ทำงานตลอด เพื่อเพิ่มผลลัพธ์ให้รวดเร็วขึ้น ซึ่งทางบอร์แลนด์เองก็บอกว่า การทำงานของ Paradox 386 จะเร็วกว่า Paradox ที่ใช้บน เครื่อง 8086/80286 ถึง 5 เท่าตัวทีเดียว

นอกจากนี้ยังมี โปรแกรมทางด้านเดสก์ทอปพับลิชชิ่ง และ CAD เช่น Viewsim 386 ซึ่งทำงานได้เร็วกว่ารุ่นที่อยู่บนเครื่อง 16 บิตถึง 3 เท่า นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้แล้ว ยังมีบริษัทมากกว่า 50 บริษัท ที่กำลังพัฒนาโปรแกรมใหม่ออกมาเพื่อให้ใช้ได้กับไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล 80386 ซึ่งผู้ใช้ก็จะได้รับผลประโยชน์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

การเปรียบเทียบระหว่าง ซีพียู 80386, 80386SX และ 80286

โดยที่ไมโครโปรเซสเซอร์ 80386 SX จะเป็นซีพียูที่มีอนาคตดูจะรุ่งโรจน์ได้รับความนิยมมากตัวหนึ่ง อินเทล ผู้ผลิตก็มีแนวโน้มจะนำมาทดแทนและใช้ในเครื่องพีซี/เอที จึงอยากขอนำข้อมูลทางเทคนิคของซีพียูทั้งสาม คือ 80386, 80386SX และ 80286 มาเปรียบเทียบและแสดงเฉพาะส่วนที่สำคัญ ๆ ไว้ ที่ผู้อ่านอาจใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจบางอย่างต่อไป

ข้อแตกต่างระหว่าง 80386SX และ 80386

จะขอยกข้อแตกต่างหลัก ๆ ซึ่งได้แก่

1. 80386SX สร้างสัญญาณ BHE# (คล้ายกับ 8086 และ 80286) เพื่อเป็นตัวเลือกข้อมูล บน หรือ ล่าง ของข้อมูล 16 บิต ในขณะ 80386 สร้างสัญญาณ BE0# ถึง BE3# เป็นตัวเลือก 4 ไบต์ ในข้อมูล 32 บิต ดังนั้น 80386SX จะสร้างแอดเดรส A1-A23 ในขณะที่ 80386 สร้างแอดเดรส A2-A31

2. 80386SX ไม่มีการเลือกขนาดนิตได้เหมือน 80386 ซึ่งมี BS16# เป็นตัวเลือกว่าจะใช้ข้อมูลแบบ 16 บิต หรือ 32 บิต 80386SX จะใช้ข้อมูลแบบ 16 บิตอย่างเดียว

3. NA# สำหรับการทำ Address Pipeline นั้น 80386 ไม่สามารถทำ NA# ได้ถ้าหากเลือกบิตแบบ 16 บิต (BS16# เป็น LOW) ในขณะที่ 80386 SX สามารถทำได้ (เพราะไม่มี BS16#)

4. ข้อมูลในรีจิสเตอร์ของ 80386 SX ในขณะ Reset จะเหมือนกับข้อมูลในรีจิสเตอร์ของ 80386 นอกจากรีจิสเตอร์ DX ซึ่งจะใช้เป็นตัวบอกซีพียู และรุ่นที่ทำการปรับปรุง ข้อมูลใน DX จะเป็นดังนี้ หลังจาก Reset

ใน 80386	DH	=	03H บอกว่าเป็น 80386
	DL	=	รุ่นที่ปรับปรุง
ใน 80386SX	DH	=	23H บอกว่าเป็น 80386SX
	DL	=	รุ่นที่ปรับปรุง

5. สำหรับการติดต่อกับ Coprocessor 80386 ใช้ M/IO# ร่วมกับ A31 แต่ 80386SX ใช้ M/IO# ร่วมกับ A23

6. 80386 prefetch unit จะอ่านคำสั่งในหน่วยละ 4 ไบต์ ในขณะที่ 80386SX ใช้หน่วยละ 2 ไบต์ ใน BS16 โหมด 80386 จะอ่านคำสั่ง 2 ครั้ง ติดต่อกันเพื่อให้ได้ข้อมูลเป็น 4 ไบต์ ถึงแม้ว่าในขณะที่ prefetch กำลังดำเนินการอยู่ จะมีการขอ data read หรือ write เกิดขึ้น 80386 ก็จะทำการ fetch ให้ครบ 4 ไบต์ก่อน

7. ทั้ง 80386 และ 80386SX มีลอจิคัลแอดเดรสเหมือนกัน จะแตกต่างกันเพียงแต่ฟิสิคัลแอดเดรสเท่านั้น คือ 80386 ใช้ 32 บิตแอดเดรส และ 80386 SX ใช้ 24 บิตแอดเดรส ซึ่งหมายถึงว่า 80386SX มีเนื้อที่ 16 เมกะไบต์ และ 80386 มีเนื้อที่ 4 กิกะไบต์ ดังในระบบ 80386SX โอเอสจะต้องให้ความสนใจกับฟิสิคัลเมมโมรีดังกล่าวด้วย และจะต้องเคลื่อนย้ายตำแหน่งใด ๆ ของ 80386 ที่อยู่เกิน 16 เมกะไบต์ ให้ลงมาอยู่ในขอบเขตนี้ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าหากโอเอสที่ใช้ใน 80386 ใช้หน่วยเก็บความจำที่อยู่ในขอบเขต 16 เมกะไบต์แล้ว ก็ไม่มีความแตกต่างอันใดเลย ระหว่าง 80386 SX และ 80386 และในกรณีที่โอเอสใช้ขบวนการเพจจิ้งของ 80386 แล้ว ความยุ่งยากในการย้ายตำแหน่งหน่วยเก็บความจำก็จะหมดไป ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างในฟิสิคัลเมมโมรีอยู่

ความคล้ายระหว่าง 80286 และ 80386SX

ความคล้ายระหว่าง 2 ซีพียูนี้ จะเปรียบเทียบในส่วนที่เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตาม โครงสร้างภายในและขบวนการต่าง ๆ ระหว่าง 2 ซีพียู จะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

1. ฟิสิคัลแอดเดรส 16 เมกะไบต์เหมือนกัน แต่ 80386SX มี BLE # และ BHE# ในขณะที่ 80286 ใช้ BHE และ A0 ซึ่งในกรณีนี้ A0 ของ

80286 จะเหมือนกันกับ BEL# ของ 80386SX

2. ข้อมูล 16 บิต เหมือนกัน คือ ใช้ D0 - D15

3. ขาที่มีหน้าที่เหมือนกันได้แก่

$\overline{M/IO}$

$\overline{Lock}$

$\overline{READY}$

HOLD

HLDA

INTR

NM1

PEREQ

BUSY

ERROR

และ Reset

ซึ่งจะพบว่า ขบวนการติดต่อของบัสส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกับของซีพียูทั้งสอง แต่อย่างไรก็ตาม 80286 ยังใช้วิธีการที่คล้ายกับ 8086 อยู่ก็คือ ใช้ S0 , S1 และ COD/$\overline{INTA}$ เป็นตัวบอก bus status ในขณะที่ 80386SX จะใช้การควบคุมบัสที่ต่อกัน คือใช้ ADS#, และ W/R# สิ่งที่แตกต่างอีกประการหนึ่งก็คือ CLK2 นั้น 80286 จะใช้ขอบขาลงเป็นการเริ่มขบวนการ แต่ 80386SX จะใช้ขอบขาขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ 80386 SX เข้าไปเสียบแทนที่ 80286 ได้โดยตรงโดยมีวงจรลอจิกอีกเล็กน้อย เพื่อจะเปลี่ยนไซเคิลของ 80386SX ให้เข้ากับ 80286 ได้

ดังนั้น การที่จะออกแบบการ์ด-80386SX แทน 80286 นั้นย่อมหมายถึงว่า ทำให้เครื่องพีซี/เอทีที่ท่านมีอยู่สามารถใช้โปรแกรมที่เขียนสำหรับ 80386 ได้โดยที่ท่านไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนเครื่องใหม่ อินเทลได้ออกชิพ 82335 ซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับ 80386SX แล้ว 82335 จะเปลี่ยนระบบบัสของ 80386SX ให้เป็นบัสของ 80286 ได้ทันที

สรุป

ในบทความนี้เราได้แนะนำ ไมโครโปรเซสเซอร์ 80386SX ที่เป็นน้อง ๆ ของ 80386 ขนาด 32 บิตเดิม ซีพียูตัวใหม่นี้มีโครงสร้างภายในเป็นแบบ 32 บิต เหมือนที่ตระกูล 386 จะแตกต่างเพียงระบบบัสภายนอกเป็น 16 บิต ที่ทำให้การอินเตอร์เฟสต่อแบบ 16 บิตทั่วไป ขณะเดียวกันจะมีราคาถูกกว่า โอกาสที่จะนำมาใช้แทน 80286 บนเครื่องแบบพีซี/เอที จึงมีมากทีเดียว เพราะราคาใกล้เคียงของเดิม แต่ขีดความสามารถสูงขึ้นหลายเท่า ขณะนี้ก็มีเครื่องที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 80386SX ผลิตออกมาและนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศแล้วหลายยี่ห้อด้วยกัน

80286			80386SX		
$\overline{BHE}$	A0		BHE#	BLE#	
0	0	word transfer	0	0	word transfer
0	1	D15-D8	0	1	D15-D8
1	0	D7-D0	1	0	D7-D0
1	1	ไม่เกิดขึ้น	1	1	ไม่เกิดขึ้น
BUS CYCLE			BUS CYCLE		
COD/$\overline{INTA}$	$\overline{M/IO}$	S1 S0	M/IO#	D/C#	WR#
0	0	0 0 interrupt Ack	0	0	0 interrupt
0	0	0 1 ไม่เกิดขึ้น	0	0	1 ไม่เกิดขึ้น
0	0	1 0 ไม่เกิดขึ้น	0	1	0 I/O Read
0	0	1 1 ไม่ใช้ bus status	0	1	1 I/O Write
0	1	0 0 ถ้า A1 = 1 halt นอกนั้น shutdown	1	0	0 Mem Code Read
0	1	0 1 Mem data read	1	0	1 Halt เมื่อ Ad=2 นอกนั้น Shutdown
0	1	1 0 Mem data write	1	1	0 Mem data Read
0	1	1 1 ไม่ใช้ bus status	1	1	1 Mem data Write
1	0	0 0 ไม่เกิดขึ้น			
1	0	0 1 I/O Read			
1	0	1 0 I/O Write			
1	0	1 1 ไม่ใช้ bus status			
1	1	0 0 ไม่เกิดขึ้น			
1	1	0 1 Mem Instruction Read			
1	1	1 0 ไม่เกิดขึ้น			
1	1	1 1 ไม่ใช้ bus status			

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบบัสไซเคิล ระหว่าง 80286 และ 80386SX